



3
Tada
21/98



Bescheinigung

Die Heraeus Quarzglas GmbH in Hanau/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung
eines zylinderförmigen Bauteils aus Glas"

am 19. Juli 1996 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig das Symbol C 03 B 23/047 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 25. Juni 1997
Der Präsident des Deutschen Patentamts
Im Auftrag

Faust

Aktenzeichen: 196 29 169.0

Patentanmeldung

Heraeus Quarzglas GmbH

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines zylinderförmigen Bauteils aus Glas

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines zylinderförmigen Bauteils aus Glas, durch Zuführen einer Glasmasse zu einer Erhitzungszone, Erweichen der Glasmasse in der Erhitzungszone, kontinuierliches Verformen der erweichten Glasmasse zu dem Bauteil unter Ausbildung eines Verformungsbereiches, innerhalb von dem die erweichte Glasmasse plastisch verformbar ist, und Ermitteln der Querschnitts-Geometrie des Bauteils, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit von einer festgestellten Abweichung der Querschnitts-Geometrie von einer Sollgeometrie des Bauteils (12), die erweichte Glasmasse in mindestens einem Verformungsabschnitt (18; 18a), der sich nur über einen Teil des Umfangs des Verformungsbereichs (14) erstreckt, lokal erhitzt oder gekühlt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Glasmasse im Verformungsabschnitt (18; 18a) eine Gasströmung (17; 17a; 17b) gerichtet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Glasmasse im Verformungsabschnitt (18; 18a) mittels elektrischer Heizelemente, mittels einer Flamme oder mittels eines Laserstrahls erhitzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Glasmasse im Verformungsabschnitt (18; 18a) mittels Hitzeschilden abgeschirmt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verformungsbereich (14) in zwei sich gegenüberliegenden Verformungsabschnitten (18; 18a) lokal erhitzt oder gekühlt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verformungsabschnitt (18; 18a) in Abhängigkeit von einer festgestellten zeitlichen Veränderung der Querschnitts-Geometrie des Bauteils (12) über den Umfang des Verformungsbereichs (14) verlagert wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Betrag und Lage einer Geometrie-Abweichung von der Sollgeometrie ermittelt und zur Regelung der lokalen Erhitzung bzw. Kühlung im Verformungsabschnitt (18; 18a) verwendet werden.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem im Querschnitt kreis- oder ringförmigen Bauteil (12), dessen Durchmesser über seinen Umfang gemessen wird und aus dem maximalen und minimalen Meßwert der Betrag und die Lage der Kreis- oder Ringform-Abweichung ermittelt wird, wobei der Betrag zur quantitativen Regelung der Erhitzung bzw. der Kühlung im Verformungsabschnitt (18; 18a), und die Lage zur Regelung der Positionierung des Verformungsabschnitts (18; 18a) verwendet wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Strang (13) mit einem kreisförmigen Querschnitt aus der erweichten Glasmasse abgezogen wird, wobei sich ein Verformungsbereich in Form einer sich in Ziehrichtung verjüngenden Ziehwiebel (14) ausbildet.
10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Zuführeinrichtung, einer Heizeinrichtung und einer Abzugseinrichtung, wobei der Heizeinrichtung mittels der Zuführeinrichtung kontinuierlich eine Glasmasse zugeführt, darin erweicht und aus der erweichten Glasmasse mittels der Abzugseinrichtung unter Ausbildung eines Verformungsbereiches das Bauteil geformt wird, dadurch gekennzeichnet, daß Heiz- oder Kühlmittel (4; 19) vorgesehen sind, die auf mindestens einen Verformungsabschnitt (18; 18a), der sich nur über einen Teilumfang des Verformungsbereiches (14) erstreckt, lokal einwirken.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlmittel (4; 19) einen Gasstrom (17; 17a; 17b) umfassen, der aus einer Gasdüse (5; 20) ausströmend auf den Verformungsabschnitt (18; 18a) einwirkt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizmittel ein elektrisches Heizelement, einen Brenner oder einen Laser umfassen.
13. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlmittel ein Hitzeschild umfassen.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Heiz- bzw. Kühlmittel sich paarweise gegenüberliegend ausgebildet sind.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14 und einem der Ansprüche 10 oder 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlmittel (4; 19) zwei sich gegenüberliegende Gasdüsen (5; 20) aufweisen.
16. Vorrichtung nach Anspruch 10, 11 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlmittel einen am Umfang des Verformungsbereich (14) angeordneten Düsenkranz (19) aufweisen, bei dem die einzelnen Düsen (20) für unterschiedliche Gasdurchsätze ausgelegt sind.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Heiz- oder Kühlmittel (4; 19) innerhalb der Heizeinrichtung (1) angeordnet sind.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Heiz- bzw. Kühlmittel (4; 19) in Längsachsenrichtung des Bauteils (12) verschiebbar und in Umfangsrichtung um den Verformungsbereich (14) verstellbar ausgebildet sind.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Heiz- bzw. Kühlmittel (4; 19) mit einer Regeleinrichtung (9) verbunden und in Abhängigkeit von einem Regelsignal der Regeleinrichtung (9) in Längsachsenrichtung des Bauteils (12) verschiebbar und in Umfangsrichtung um den Verformungsbereich (14) verstellbar ausgebildet sind.

Patentanmeldung

Heraeus Quarzglas GmbH

**Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines
zylinderförmigen Bauteils aus Glas**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines zylinderförmigen Bauteils aus Glas, durch Zuführen einer Glasmasse zu einer Erhitzungszone, Erweichen der Glasmasse in der Erhitzungszone, kontinuierliches Verformen der erweichten Glasmasse zu dem Bauteil unter Ausbildung eines Verformungsbereiches, innerhalb von dem die erweichte Glasmasse plastisch verformbar ist, und Ermitteln der Querschnitts-Geometrie des Bauteils.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, mit einer Zuführeinrichtung, einer Heizeinrichtung und einer Abzugseinrichtung, wobei der Heizeinrichtung mittels der Zuführeinrichtung kontinuierlich eine Glasmasse zugeführt, darin erweicht und aus der erweichten Glasmasse mittels der Abzugseinrichtung unter Ausbildung eines Verformungsbereiches das Bauteil geformt wird.

Ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß der angegebenen Gattung sind in der DE-A1 195 36 960 beschrieben. Ein vertikal orientierter, rohrförmiger Ausgangszylinder aus Quarzglas wird mittels einer Zuführeinrichtung kontinuierlich einem Ofen zugeführt und darin von dem unteren Ende beginnend bereichsweise erhitzt und erweicht. Aus dem erweichten Bereich wird unter Verwendung einer Abzugseinrichtung ein Rohr abgezogen, das einen kleineren Außendurchmesser als der Ausgangszylinder aufweist.

Beim Ziehen des Quarzglas-Rohres bildet sich zwischen dem Ausgangszylinder und dem Rohr eine sogenannte Ziehwiebel aus. Im Bereich der Ziehwiebel ist das Quarzglas plastisch verformbar. Das untere Ende der Ziehwiebel weist, bis auf einen geringen, im wesentlichen durch die Wärmedehnung des Quarzglases bedingten Unterschied, die Querschnittsabmessungen des Rohres auf.

Der Außendurchmesser des Rohres wird unterhalb der Ziehzwiebel gemessen. Dieser Meßwert wird zur Regelung von Ziehparametern, wie der Ofentemperatur oder der Ziehgeschwindigkeit, verwendet.

Um Abweichungen von der Rohrgeometrie zu verhindern und die Maßhaltigkeit des abgezogenen Rohres zu gewährleisten, ist es bei dem bekannten Verfahren erforderlich, im Bereich der Ziehzwiebel ein möglichst homogenes, im Idealfall radialsymmetrisch um die Rohr-Längsachse ausgebildetes Temperaturfeld aufrechtzuerhalten. Bei Störungen des homogenen Temperaturfeldes, wie sie beispielsweise durch Meßvorrichtungen im Ofenbereich hervorgerufen werden oder bei Dejustierungen der Rohr-Längsachse in bezug auf die Symmetrieachse des Temperaturfeldes kommt es zwangsläufig zu Abweichungen von der idealen Rohrgeometrie. Insbesondere werden bei im Querschnitt runden Rohren und Stäben in der Praxis ovale Verformungen beobachtet. Diese Abweichungen von der gewünschten Querschnittsgeometrie des Bauteils wirken sich auf nachfolgende Weiterverarbeitungsschritte störend aus, so daß derartige Bauteile verworfen oder aufwendig auf das Sollmaß nachbearbeitet werden müssen. Daher wird üblicherweise versucht, durch aufwendige und kostspielige Ofenkonstruktionen im Bereich der Ziehzwiebel ein möglichst radialsymmetrisches, homogenes Temperaturprofil zu gewährleisten.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein einfaches und kostengünstiges Verfahren anzugeben, das die Herstellung eines Bauteils mit geringen Abweichungen von der gewünschten Querschnittsgeometrie ermöglicht, und eine hierfür geeignete und flexible Vorrichtung zur Verfügung zu stellen.

Hinsichtlich des Verfahrens wird diese Aufgabe ausgehend von dem eingangs genannten Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in Abhängigkeit von einer festgestellten Abweichung der Querschnitts-Geometrie von einer Sollgeometrie des Bauteils, die erweichte Glasmasse in mindestens einem Verformungsabschnitt, der sich nur über einen Teil des Umfangs des Verformungsbereichs erstreckt, lokal erhitzt oder gekühlt wird.

Durch Erhitzung oder Kühlung im Verformungsbereich wird die Viskosität des Glases verändert und dadurch die plastische Verformung der Glasmasse im Verformungsbereich gezielt beeinflusst. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist dabei die Änderung der Viskosität und damit auch die Verformung der Glasmasse über den Umfang des Verformungsbereiches gesehen unterschiedlich. Dies wird dadurch erreicht, daß die Erhitzung oder Kühlung in einem

Verformungsabschnitt erfolgt, der sich nur über einen Teil des Umfangs des Verformungsbereichs erstreckt.

Unter dem Verformungsbereich wird dabei derjenige Bereich verstanden, in dem die Glasmasse plastisch verformbar ist und in dem durch Kühlung oder Erhitzung die Geometrie des Bauteils beeinflussbar ist. Bei Verfahren, bei denen das Bauteil aus der Glasmasse gezogen wird, ist der Verformungsbereich in Form einer Ziehwiebel ausgebildet. Bei Verfahren, bei denen das Bauteil durch Stauchen der Glasmasse im Verformungsbereich gebildet wird, kann der Verformungsbereich auch anders geformt sein.

In einem Querschnitt in Richtung der Bauteil-Zylinderachse gesehen, erstreckt sich der mindestens eine Verformungsabschnitt nur über einen Teil des Umfangs des Verformungsbereiches. Beispielsweise entspricht der Verformungsabschnitt bei einem im Querschnitt kreisförmigen Verformungsbereich einem Kreisbogen. Durch die lokale Beeinflussung der Viskosität im Verformungsabschnitt ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren eine werkzeugfreie Korrektur der Querschnittsgeometrie des Bauteils.

Über den Umfang des Verformungsbereiches können auch mehrere Verformungsabschnitte verteilt sein, wobei aber stets durch die Kühlung oder Erhitzung in den Verformungsabschnitten insgesamt, die Viskosität der Glasmasse - über den Umfang des Querschnitts im Verformungsbereich gesehen - unterschiedlich beeinflusst wird. Dabei ist zu beachten, daß selbst eine im Verformungsabschnitt punktuell erzeugte Viskositätsänderung natürlich auch in benachbarten Bereichen des Verformungsbereich wirkt, wenn auch schwächer. Eine exakt definierte oder optisch leicht erkennbare Begrenzung des Verformungsabschnitt oder der Verformungsabschnitte gibt es daher nicht.

Die Abweichung der Querschnitts-Geometrie von der Sollgeometrie des Bauteils kann während des Formens des Bauteils aus der erweichten Glasmasse ermittelt werden. In diesem Fall ist es möglich, die ermittelten Abweichungen beim weiteren Herstellungsprozeß direkt zu berücksichtigen. Es ist aber auch eine Verfahrensweise möglich, bei der zuerst das Bauteil hergestellt, daran die Abweichung der Querschnitts-Geometrie ermittelt und erst danach durch erneutes Erweichen der Glasmasse des Bauteils die gewünschte Querschnitts-Geometrie unter Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingestellt wird. Eine mechanische Nachbearbeitung des Bauteils ist in keinem Fall erforderlich.

Die Abweichung der Querschnitts-Geometrie von der Sollgeometrie des Bauteils kann durch direktes Vermessen der Bauteil-Geometrie außerhalb des Verformungsbereiches erfolgen,

aber auch durch eine Messung einer geeigneten Abmessung im Verformungsbereich, wenn diese Abmessung mit der endgültigen Bauteil-Geometrie korrelierbar ist.

Wesentlich ist, daß bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Anforderungen an die Homogenität des Temperaturprofils in der Erhitzungszone relativ gering sind. Ungewollte Viskositätsänderungen durch Störungen des Temperaturprofils in diesem Bereich können leicht kompensiert werden. Dadurch ist es möglich, unter Inkaufnahme solcher Störungen relativ einfache und kostengünstige Heizeinrichtungen zum Erweichen der Glasmasse einzusetzen, ohne Abstriche an der Maßhaltigkeit des Bauteils hinnehmen zu müssen.

Von der konkreten Form des Bauteil-Querschnitts ist das erfindungsgemäße Verfahren unabhängig. Es ist beispielsweise geeignet zur Herstellung von Rohren, Stäben oder Fasern.

Es wird eine Verfahrensweise bevorzugt, bei der auf die Glasmasse im Verformungsabschnitt eine Gasströmung gerichtet wird. Die Glasmasse wird dadurch im Verformungsabschnitt gekühlt und die Viskosität lokal erhöht. Dadurch wird die Querschnittsform der Glasmasse im Verformungsbereich verändert. Eine auf den Verformungsabschnitt gerichtete Gasströmung läßt sich besonders schnell regeln und relativ einfach einrichten.

Alternativ zu einer Kühlung kann die Glasmasse im Verformungsabschnitt auch lokal erhitzt werden, um eine geeignete Verformung zu erzielen. Bewährt haben sich Verfahrensweisen, bei denen die Glasmasse mittels elektrischer Heizelemente, mittels einer Flamme oder mittels eines Laserstrahls erhitzt wird.

In einer weiteren vorteilhaften Verfahrensvariante wird die Glasmasse im Verformungsabschnitt mittels Hitzeschilden abgeschirmt. Die Hitzeschilde, die einfach zu positionieren sind, wirken im Verformungsabschnitt kühlend, indem sie den Verformungsabschnitt vor der Wärmestrahlung abschirmen, die von heißen Ofenwandungen ausgeht.

Besonders bewährt hat sich eine Verfahrensweise, bei der der Verformungsbereich in zwei sich gegenüberliegenden Verformungsabschnitten lokal erhitzt oder gekühlt wird. Diese Verfahrensweise ist besonders geeignet zur Beseitigung oder Verminderung einer Ovalität bei Bauteilen mit kreis- oder ringförmigem Querschnitt. Dabei verlaufen im Falle einer Kühlung der Verformungsabschnitte diese im Bereich der Verlängerung der kurzen Hauptachse des Ovals, und im Fall einer Erhitzung der Verformungsabschnitte senkrecht dazu.

Vorteilhafterweise wird der Verformungsabschnitt in Abhängigkeit von einer festgestellten zeitlichen Veränderung der Querschnitts-Geometrie des Bauteils über den Umfang des

Verformungsbereichs verlagert. Diese Verfahrensweise ist insbesondere dann zu bevorzugen, wenn die Bauteilgeometrie während des Herstellungsprozesses überwacht und korrigiert wird und wenn in dessen Verlauf Änderungen der Bauteil-Geometrie zu erwarten sind.

Besonders bewährt hat es sich, Betrag und Form einer Geometrie-Abweichung von der Soll-geometrie des Bauteils zu ermitteln und zur Regelung der lokalen Erhitzung bzw. Kühlung im Verformungsabschnitt zu verwenden. Dabei wird der ermittelte Betrag der Abweichung zur Regelung der Stärke der Erhitzung bzw. Kühlung im Verformungsabschnitt, und die ermittelte Form der Abweichung zur Positionierung des Verformungsabschnittes verwendet.

Zur Herstellung eines im Querschnitt kreis- oder ringförmigen Bauteils wird eine Verfahrensweise bevorzugt, bei der der Durchmesser des Bauteils über seinen Umfang gemessen wird und aus dem maximalen und minimalen Meßwert der Betrag und die Lage der Kreis- oder Ringform-Abweichung ermittelt werden, wobei der Betrag zur quantitativen Regelung der Erhitzung bzw. der Kühlung im Verformungsabschnitt, und die Lage zur Regelung der Positionierung des Verformungsabschnitts verwendet wird. Bei der Messung des Durchmesser über den gesamten Bauteil-Umfang können der maximale und der minimale Durchmesserwert, und daraus die Größe und Lage einer Rundheitsabweichung, insbesondere einer Ovalität, ermittelt werden. Die Größe der Ovalität beeinflusst die Stärke der Kühlung oder Erhitzung der Glasmasse im Verformungsabschnitt. Die Lage der Ovalität bestimmt die Lage des Verformungsabschnitts bzw. der Verformungsabschnitte.

Besonders bewährt hat sich eine Verfahrensweise, bei der ein Strang mit einem kreisförmigen Querschnitt aus der erweichten Glasmasse abgezogen wird, wobei sich ein Verformungsbereich in Form einer sich in Ziehrichtung verjüngenden Ziehzwiebel ausbildet.

Hinsichtlich der Vorrichtung wird die oben genannte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ausgehend von der Vorrichtung gemäß der angegebenen Gattung, Heiz- oder Kühlmittel vorgesehen sind, die auf mindestens einen Verformungsabschnitt, der sich nur über einen Teil des Umfangs des Verformungsbereiches erstreckt, lokal einwirken.

Durch die lokale Einwirkung der Heiz- oder Kühlmittel wird, wie anhand des erfindungsgemäßen Verfahrens bereits erläutert, die Viskosität der Glasmasse im Verformungsabschnitt lokal beeinflusst. Die Heiz- oder Kühlmittel wirken auf den Verformungsabschnitt ein; hierzu können sie auch von diesem beabstandet sein.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Kühlmittel einen Gasstrom, der aus einer Gasdüse ausströmend auf den Verformungsabschnitt einwirkt. Derartige Gasdüsen lassen sich besonders einfach handhaben und installieren.

In weiteren bevorzugten Ausführungsformen der Vorrichtung weisen die Heizmittel alternativ ein elektrisches Heizelement, einen Brenner oder einen Laser auf.

Besonders einfach gestaltet sich eine Vorrichtung, bei der die Kühlmittel ein Hitzeschild umfassen.

Vorteilhafterweise sind die Heiz- bzw. Kühlmittel sich paarweise gegenüberliegend ausgebildet. Eine derartige Vorrichtung ist besonders geeignet zur Beseitigung von Ovalitäten bei einem Bauteil mit einem kreis- oder ringförmigen Querschnitt. Dabei hat es sich besonders bewährt, die Kühlmittel mit zwei sich gegenüberliegenden Gasdüsen auszubilden.

Alternativ weisen die Kühlmittel einen am Umfang des Verformungsbereich angeordneten Düsenkranz auf, bei dem die einzelnen Düsen für unterschiedliche Gasdurchsätze ausgelegt sind. Die Gasdurchsätze durch die einzelnen Düsen sind in Abhängigkeit von der Größe und Lage der festgestellten Abweichung von der Sollgeometrie des Bauteils einstellbar.

Besonders einfach gestaltet sich eine Vorrichtung, bei der die Heiz- oder Kühlmittel innerhalb der Heizeinrichtung angeordnet sind.

Insbesondere im Hinblick auf eine hohe Flexibilität der Vorrichtung hat es sich als vorteilhaft erwiesen, daß die Heiz- bzw. Kühlmittel in Längsachsenrichtung des Bauteils verschiebbar und in Umfangsrichtung um den Verformungsbereich verstellbar ausgebildet sind. Durch die Verschiebbarkeit kann die Position des Verformungsabschnitts in axialer Richtung verändert werden. Dadurch ist es auf einfache Weise möglich, die Stärke der Kühlung bzw. Heizung im Verformungsbereich zu verändern. Die Verstellbarkeit in Umfangsrichtung ermöglicht die Anpassung der Position des Verformungsabschnitts an eine Änderung der Lage oder Form einer Abweichung des Bauteils-Querschnitts von seiner Sollgeometrie. Dabei wird eine Ausführungsform der Vorrichtung bevorzugt, bei der die Heiz- bzw. Kühlmittel mit einer Regeleinrichtung verbunden sind und ihre Verstellung bzw. Verschiebung in Abhängigkeit von einem Regelsignal der Regeleinrichtung erfolgt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend näher erläutert. In der Zeichnung zeigen im einzelnen in schematischer Darstellung

- Figur 1** eine Vorrichtung zum Ziehen eines Stabes aus einem Zylinder unter Verwendung von Gasspüllanzen zur lokalen Kühlung im Bereich der Ziehwiebel,
- Figur 2** die Gasspüllanzen bei der Vorrichtung gemäß Figur 1 in einem Querschnitt entlang der Linie I-I, in einer vergrößerten Darstellung,
- Figur 3** eine Vorrichtung zum Ziehen eines Stabes aus einem Zylinder unter Verwendung eines Düsenkranzes zur lokalen Kühlung im Bereich der Ziehwiebel und
- Figur 4** den Düsenkranz bei der Vorrichtung gemäß Figur 2 in einem Querschnitt entlang der Linie II-II, in einer vergrößerten Darstellung.

Bei dem in **Figur 1** dargestellten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Bezugsziffer 1 einem elektrisch beheizten, rohrförmig ausgebildeten und vertikal orientierten Ofen zugeordnet. Der Ofenraum 2 hat einen Innendurchmesser von ca. 25 cm.

Von der unteren Ofenseite 3 erstreckt sich eine Gasspüllanze 4 in den Ofenraum 2. Die Gasspüllanze 4 weist zwei sich im Ofenraum 2 gegenüberliegende Gasdüsen 5 auf, die außerhalb des Ofenraumes 2 über eine Gaszuleitung 6 mit einem regelbaren Strömungsmeßgerät 7 verbunden sind. Die in den Ofenraum 2 hineinragenden Teile, wie die Gasdüsen 5 und die Gaszuleitung 6 bestehen aus einem temperaturbeständigen Werkstoff.

Die Gasspüllanze 4 wird mittels einer Positioniereinrichtung 8 gehalten. Mittels der Positioniereinrichtung 8 ist die Gasspüllanze 4 sowohl in vertikaler Richtung verschiebbar, als auch mit einem Teilkreis von ca. 180 ° um die Mittelachse 11 rotierbar. Die Positioniereinrichtung 8 ist mit einer Regeleinrichtung 9 verbunden.

Im Bereich unterhalb des Ofenraumes 2 ist ein Durchmessermeßgerät 10 vorgesehen, das um einen Teilkreis von ca. 180 ° um die Mittelachse 11 schwenkbar ist.

Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand Figur 1 näher erläutert:

Mittels einer (in der Figur 1 nicht dargestellten Zuführeinrichtung) wird dem Ofen 1 von oben ein in vertikaler Ausrichtung gehaltener Quarzglas-Zylinder 12 kontinuierlich zugeführt. Der Quarzglas-Zylinder 12 weist einen Außendurchmesser von ca. 15 cm auf. Er wird im Ofenraum 2 von dem unteren Ende beginnend kontinuierlich auf eine Temperatur ca. 2200 °C erhitzt. Aus dem erweichten Bereich des Quarzglas-Zylinders 12 wird mittels einer (in der Figur 1 ebenfalls nicht dargestellten) Abzugseinrichtung ein Stab 13 kontinuierlich abgezogen, der

einen Außendurchmesser von ca. 3 cm aufweist. Beim Abziehen des Stabes 13 bildet sich zwischen dem Zylinder 12 und dem Stab 13 ein Verformungsbereich aus erweichtem Quarzglas in Form einer Ziehzwiebel 14 aus. Im Bereich der Ziehzwiebel 14 ist die erweichte Quarzglasmasse plastisch verformbar. Die Anordnung der Gasdüsen 5 in vertikaler Richtung wird mittels der Positioniereinrichtung 8 so vorgenommen, daß sie sich im Bereich der Ziehzwiebel 14 gegenüberliegen. Dabei wird ein Abstand der Gasdüsen 5 von der Ziehzwiebel 14 von etwa 10 mm eingestellt.

Die Querschnitts-Geometrie des Stabes 13 wird mittels des Durchmessermeßgerätes 10 ermittelt, wobei dieses den Außendurchmesser des Stabes 13 über dessen Umfang mißt. Aus dem maximalen und dem minimalen Wert für den Außendurchmesser wird der Betrag und die Position einer Rundheitsabweichung oder einer Ovalität des Stabes 13 ermittelt.

In Abhängigkeit von dem Betrag der Rundheitsabweichung wird ein Kühlgasstrom 17 durch die Gasdüsen 5 mittels des Strömungsmeßgerätes 7 eingestellt. Das Strömungsmeßgerät 7 und die Gasdüsen 5 sind für einen Kühlgasstrom 17 zwischen 0 und 20 l/min ausgelegt. Als Kühlgas wird Stickstoff verwendet.

Gleichzeitig wird aufgrund der ermittelten Lage des kleinsten Stab-Außendurchmessers die Positionierung der Gasdüsen 5 am Umfang der Ziehzwiebel 14 mittels der Regeleinrichtung 9 geregelt. Die Regelung beruht darauf, daß die Geometrie der Ziehzwiebel 14 sich auf den Stab 13 abbildet. Beispielsweise werden im Fall einer Ovalität des Stabquerschnitts die Gasdüsen 5 auf die Lage des kleinsten Stab-Außendurchmessers positioniert. Sie liegen sich dann in der Verlängerung der kürzeren Hauptachse des Ovals, projiziert auf den Bereich der Ziehzwiebel 14, gegenüber.

Diese Positionierung der Gasdüsen ist auch aus der Schnittdarstellung gemäß **Figur 2** ersichtlich. Die Ziehzwiebel 14 weist einen ovalen Querschnitt auf. Die lange Hauptachse des Ovals ist mit der Bezugsziffer 15, die kurze Hauptachse mit der Bezugsziffer 16 gekennzeichnet. Die Gasdüsen 5 sind so positioniert, daß der Kühlgasstrom 17 in erster Linie in Richtung auf die kurze Hauptachse 16 gerichtet wird. Durch den Kühlgasstrom 17 wird die Ziehzwiebel 14 in zwei sich gegenüberliegenden Verformungsabschnitten 18, deren Lage in der Figur 2 durch eine unterschiedliche Schraffur in den Randbereichen des Ovals schematisch angedeutet ist, gekühlt. Somit wird in den Verformungsabschnitten 18 die Viskosität des Quarzglases erhöht, und dadurch die Ovalität der Ziehzwiebel 14 - und damit die Ovalität des Stabes 13 - vermindert oder beseitigt.

Die Stärke des Kühlgasstromes 17 wird mittels des Strömungsmeßgerätes 7 eingestellt. Je stärker der Kühlgasstromes 17 eingestellt wird, umso schneller und stärker erfolgt die gewünschte Verformung im Bereich der Ziehzwiebel 14. Nach der Beseitigung zeitweilig auftretender Störungen während des Ziehens kann der Kühlgasstromes 17 wieder abgestellt werden. Für die Kompensation permanenter Störungen, beispielsweise aufgrund eines inhomogenen Temperaturprofils im Ofenraum 2, wird der Kühlgasstromes 17 kontinuierlich aufrechterhalten.

Sofern in den Figuren 3 und 4 identische Bezugszeichen wie in den Figuren 1 und 2 verwendet werden, so sind die damit gekennzeichneten Bauteile oder Bestandteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung gleich oder äquivalent zu denjenigen, wie sie anhand der Ausführungsform gemäß den Figuren 1 und 2 für diese Bezugszeichen bereits erläutert worden sind.

Bei der Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß **Figur 3** ist anstelle der Gasspüllanze ein Düsenkranz 19 vorgesehen. Der Düsenkranz 19 umschließt die Ziehzwiebel 14 ringförmig in einem Abstand von ca. 15 mm. Am Innumfang des Düsenkranzes 19 sind insgesamt acht Düsen 20 gleichmäßig verteilt angeordnet. Diese sind auf die Ziehzwiebel 14 gerichtet, wie dies aus der Schnittdarstellung gemäß **Figur 4** ersichtlich ist. Die Düsen 20 des Düsenkranzes 19 sind getrennt voneinander hinsichtlich Gasdurchsatz regelbar. Hierzu ist jede Düse 20 mit einer Gasleitung 21 versehen, die jeweils nach oben aus dem Ofenraum 2 herausgeführt werden. Jede der Gasleitungen 21 ist mit einem regelbaren Gas-Strömungsmeßgerät 7 verbunden. Selbstverständlich wäre es auch möglich, die Gasleitungen 21 nach unten aus dem Ofenraum 2 herauszuführen.

Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand den Figuren 3 und 4 näher erläutert:

Mittels einer (in der Figur 3 nicht dargestellten Zuführeinrichtung) wird dem Ofen 1 von oben ein in vertikaler Ausrichtung gehaltener Quarzglas-Zylinder 12 kontinuierlich zugeführt. Der Quarzglas-Zylinder 12 weist einen Außendurchmesser von ca. 15 cm auf. Er wird im Ofenraum 2 von dem unteren Ende beginnend kontinuierlich auf eine Temperatur ca. 2200 °C erhitzt. Aus dem erweichten Bereich des Quarzglas-Zylinders 12 wird mittels einer (in der Figur 1 ebenfalls nicht dargestellten) Abzugseinrichtung ein Stab 13 kontinuierlich abgezogen, der einen Außendurchmesser von ca 3 cm aufweist. Beim Abziehen des Stabes 13 bildet sich zwischen dem Zylinder 12 und dem Stab 13 ein Verformungsbereich aus erweichtem Quarzglas in Form einer Ziehzwiebel 14 aus. Im Bereich der Ziehzwiebel 14 ist die erweichte Quarzglasmasse plastisch verformbar. Zuführgeschwindigkeit, Abszugsgeschwindigkeit und

Ziehtemperatur werden so aufeinander abgestimmt, daß sich die Ziehzwiebel 14 im Bereich des Düsenkranzes 19 ausbildet bzw, der Düsenkranz 19 wird auf etwa den mittleren Bereich der Ziehzwiebel 14 positioniert.

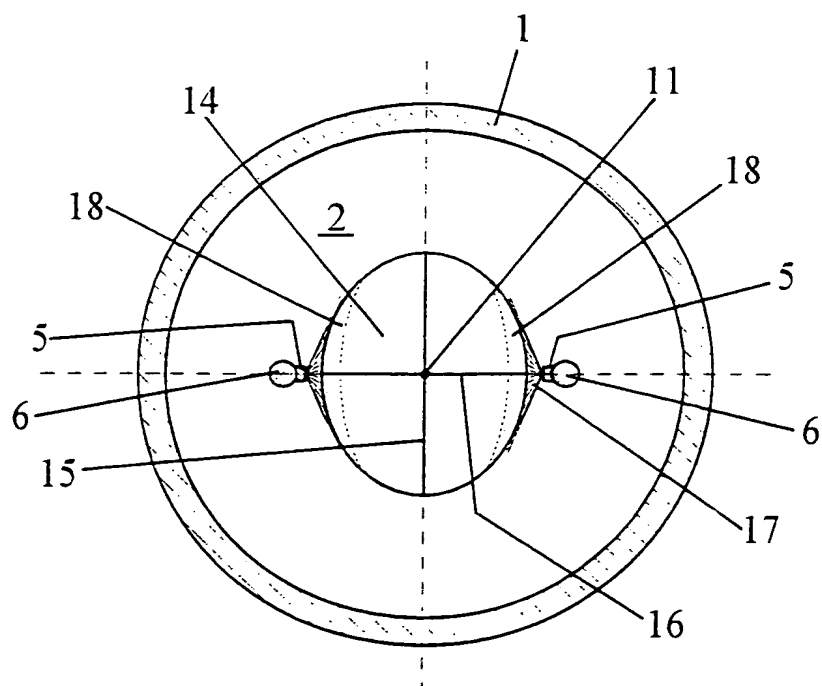
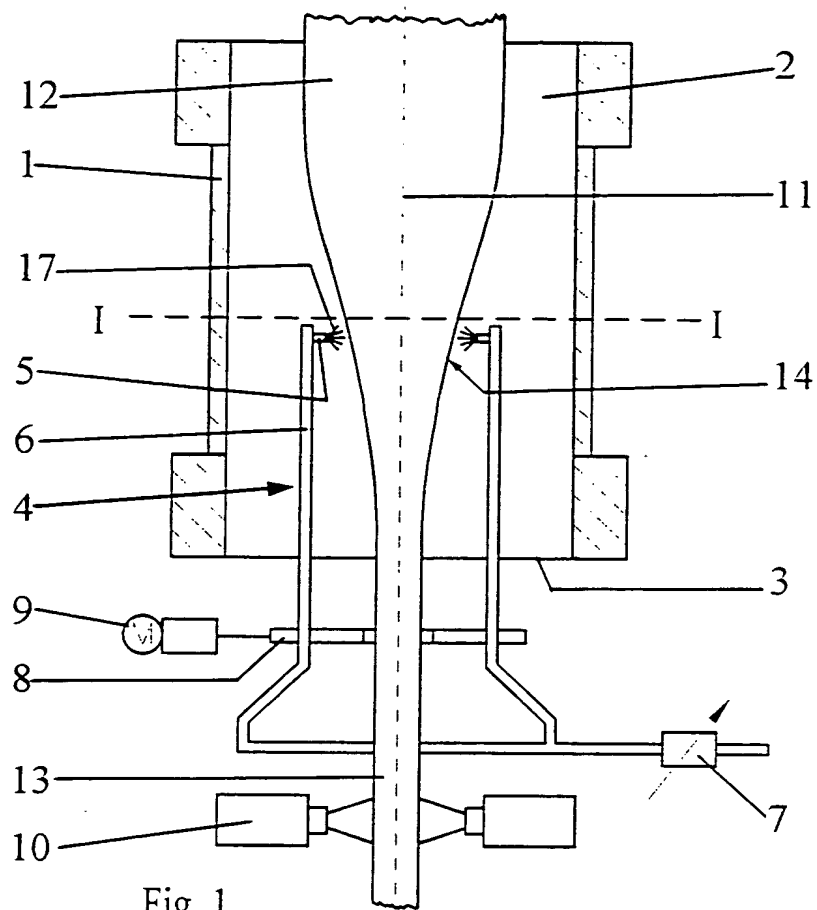
Die Querschnitts-Geometrie des Stabes 13 wird mittels des Durchmessermeßgerätes 10 ermittelt, wobei dieses den Außendurchmesser des Stabes 13 über dessen Umfang mißt. Aus dem maximalen und dem minimalen Wert für den Außendurchmesser wird der Betrag und die Position einer Rundheitsabweichung oder einer Ovalität des Stabes 13 ermittelt.

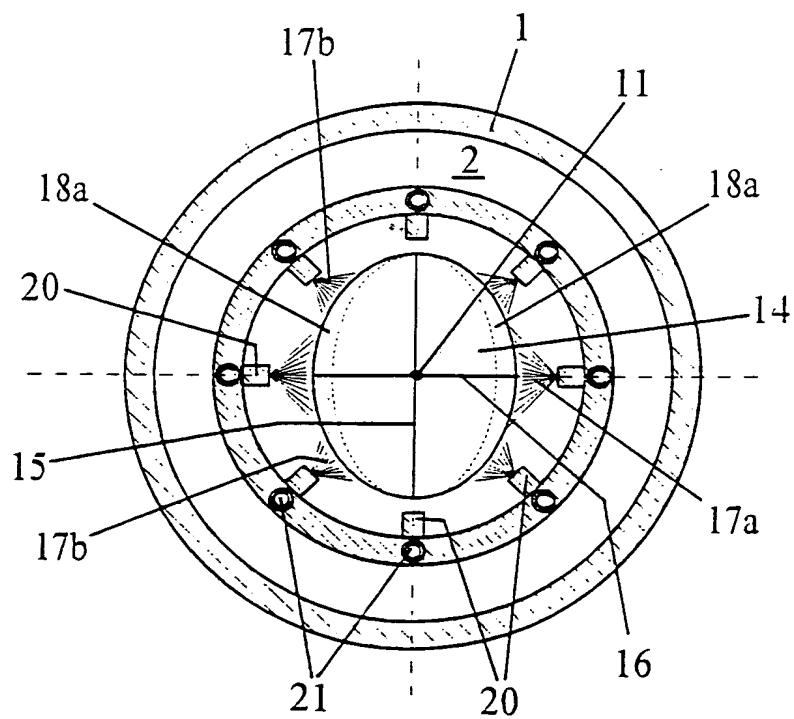
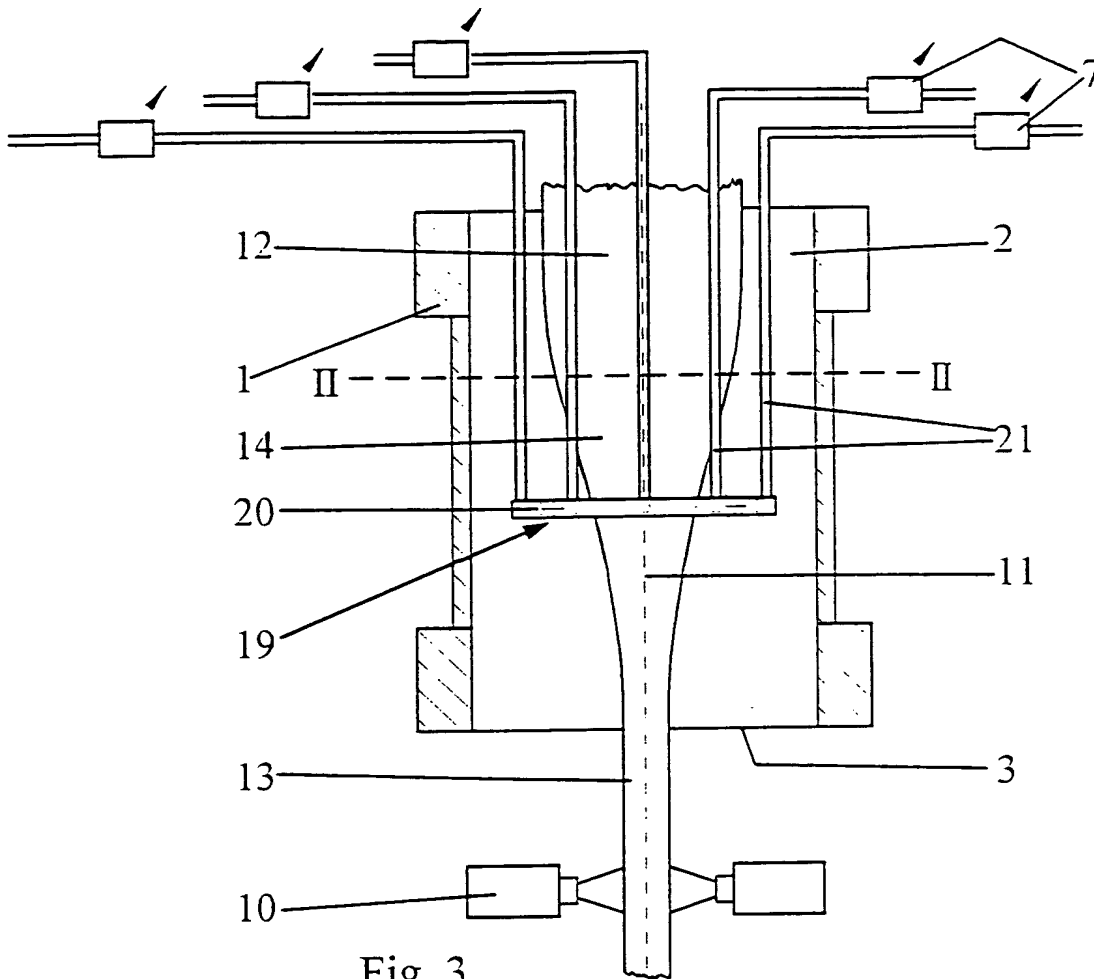
Der Gasdurchsatz durch die einzelnen Düsen 20 wird in Abhängigkeit vom Betrag der Rundheitsabweichung mittels des Strömungsmeßgerätes 7 geregelt. Die jeweiligen Strömungsmeßgeräte 7 und die Düsen 20 sind für einen Kühlgasstrom 17a, 17b zwischen 0 und 20 l/min ausgelegt. Als Kühlgas wird Helium verwendet.

Gleichzeitig wird aufgrund der ermittelten Lage des kleinsten Stab-Außendurchmessers das Verhältnis der Gasströmungen durch die einzelnen Düsen 20 zueinander bestimmt. Im Fall einer Ovalität des Stabquerschnitts, wie anhand Figur 4 dargestellt, wird der Haupt-Kühlgasstrom 17a auf der Seite des kleinsten Stab-Außendurchmessers erzeugt. Im Bereich der Ziehzwiebel 14 entspricht dies der Verlängerung der kurzen Hauptachse 16 des Ziehzwiebel-Ovals. Liegt die kurze Hauptachse 16 zwischen zwei benachbarten Düsen 20, so wird der Kühlgasstrom zwischen diesen Düsen 20 entsprechend dem Verhältnis ihres Abstandes zur kurzen Hauptachse 16 aufgeteilt.

Beispielsweise weist die Ziehzwiebel 14 einen ovalen Querschnitt auf, wie er aus der Schnitt-darstellung gemäß Figur 4 ersichtlich ist. Der Haupt-Kühlgasstrom 17a ist dann in Richtung auf die kurze Hauptachse 16 gerichtet. Im Ausführungsbeispiel liegen sich die den Haupt-Kühlgasstrom 17a erzeugenden Düsen 20 beiderseits des Ovals in der Verlängerung der kurzen Hauptachse 16 gegenüber. Mittels der dazu benachbarten Düsen 20 wird jeweils ein schwächerer Neben-Kühlgasstrom 17b auf die Ziehzwiebel gerichtet, während durch die in der Verlängerung der langen Hauptachse 15 angeordneten Düsen 20 überhaupt kein Kühlgasstrom auf die Ziehzwiebel 14 geleitet wird.

Durch den Kühlgasstrom 17a, 17b wird die Ziehzwiebel 14 in zwei sich gegenüberliegenden Verformungsabschnitten 18a, deren Lage in der Figur 2 durch eine unterschiedliche Schraffur in den Randbereichen des Ovals schematisch angedeutet ist, gekühlt. Durch die Kühlung wird die anhand Figur 1 und 2 näher erläuterte Formänderung bewirkt; das bedeutet, die Ovalität des Stabes 13 wird werkzeugfrei beseitigt.





Patentanmeldung

Heraeus Quarzglas GmbH

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines zylinderförmigen Bauteils aus Glas

Zusammenfassung

Es ist ein Verfahren zur Herstellung eines zylinderförmigen Bauteils aus Glas bekannt, bei dem eine Glasmasse einer Erhitzungszone zugeführt, darin erweicht und kontinuierlich zu dem Bauteil unter Ausbildung eines Verformungsbereiches, innerhalb von dem die erweichte Glasmasse plastisch verformbar ist, verformt wird, wobei die Querschnitts-Geometrie des Bauteils ermittelt wird. Bei einer bekannten Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens ist eine Zuführeinrichtung, eine Heizeinrichtung und eine Abzugseinrichtung vorgesehen, wobei der Heizeinrichtung mittels der Zuführeinrichtung kontinuierlich eine Glasmasse zugeführt, darin erweicht und aus der erweichten Glasmasse mittels der Abzugseinrichtung unter Ausbildung eines Verformungsbereiches das Bauteil geformt wird. Um hiervon ausgehend ein einfaches und kostengünstiges Verfahren anzugeben, das die Herstellung eines Bauteils mit geringen Abweichungen von der gewünschten Querschnittsgeometrie ermöglicht, und eine hierfür geeignete und flexible Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, wird hinsichtlich des Verfahrens vorgeschlagen, daß in Abhängigkeit von einer festgestellten Abweichung der Querschnitts-Geometrie von einer Sollgeometrie des Bauteils, die erweichte Glasmasse in mindestens einem Verformungsabschnitt, der sich nur über einen Teil des Umfangs des Verformungsbereiches erstreckt, lokal erhitzt oder gekühlt wird, und hinsichtlich der Vorrichtung, daß Heiz- oder Kühlmittel vorgesehen sind, die auf mindestens einen Verformungsabschnitt, der sich nur über einen Teilumfang des Verformungsbereiches erstreckt, lokal einwirken.